

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ВІТРОВОГО ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА

Риженко А.А.

*Керівник: д. т. н, професор Єремєєв В. С.
Мелітопольський державний педагогічний
університет імені Богдана Хмельницького*

м. Мелітополь

e-mail: eremeev@mdpu.org.ua

Постановка проблеми. Споживання енергії є обов'язковою умовою існування людства. Наявність доступної енергії завжди було необхідно для задоволення потреб людини, збільшення тривалості і поліпшення умов його життя. ХХІ століття стане століттям пошуку нових джерел енергії, здатних задовольняти зростаючі енергетичні потреби людства. Вітроенергетика - один з важливих напрямків, який вже набув в Україні істотного розвитку відповідно до Національної енергетичної програми [1], [2], тому проведення досліджень з моделювання вітроустановок має практичний інтерес. Побудова математичної та комп'ютерної моделі механізму перетворення енергії вітру дозволить запропонувати оптимальну конструкцію вітрогенератора. Справжня робота присвячена розробці програмного середовища для вирішення цієї задачі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для отримання тепла з використанням ВЕУ можливе застосування конструкція, в якій вироблена електроенергія надходить не в загальну електричну мережу, а витрачається на попередній підігрів технологічних середовищ.

В ТДАТУ розроблена і запатентована присадибна вітротеплова установка (ВТУ) для безпосереднього перетворення енергії вітру в теплоту. На вихідному валу індукційного перетворювача жорстко закріплений дисковий ротор з можливістю вільного обертання між нерухомими, співвісно розташованими дисковими магнітопроводами з зубчастою будовою прилеглих, дзеркально розташованих торцевих поверхонь [2], рис. 1.

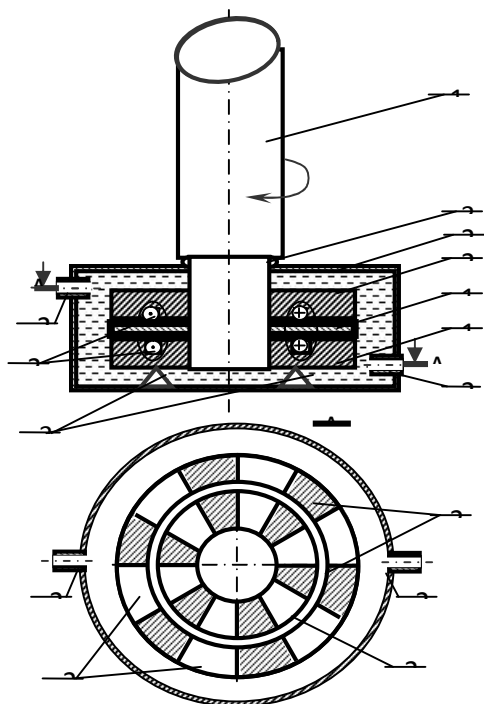


Рис. 1 - Будова індукційного перетворювача енергії вітру.

У роботі [3] представлено експериментальні дані про залежність магнітного потоку в зазорі магнітопривода від його параметрів.

Мета статті – розробка програмного середовища для математичного моделювання залежності магнітного потоку від форми зуба, його ширини та величини зазору магнітопривода.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Експериментальні дані впливу зазору δ і переміщення зубців якоря відносно зубців індуктора приведено в табл. 1 [3].

Таблиця 1.
Залежність магнітної індукції від переміщення зубців та зазору δ .

Зазор, мм	Перемещение, мм							
	0	5	10	15	20	25	30	35
0,3	23,2	23	22,5	21,5	20,5	19,6	19	18,8
0,25	22	21,7	21	20	19	17,9	17,1	16,8
0,2	20,9	20,6	19,5	18,5	17,1	15,8	14,9	14,5
0,15	20,1	19,5	18,2	16,9	15,3	13,7	12,5	11,9
0,1	19	18,3	16,7	14,9	13	11	9,3	9
0,08	18,6	17,8	15,8	13,8	11,8	9,7	8	7,6
0,06	17,8	16,9	15	12,9	10,5	8,3	6,4	5,8
0,04	17,4	16,2	13,8	11,5	9,1	6,9	5,1	4,3

Математичну модель експерименту представимо за допомогою інтерполяційного полінома Лагранжа [4]:

$$P_n(x) = \sum_{k=0}^n f(x_k) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq k}}^n \frac{(x - x_j)}{(x_k - x_j)} \quad (1)$$

Для проведення розрахунків розроблено програму на алгоритмічній мові Сі в операційній системі Ubuntu. Текст програми приведений нижче.

Тестування програми проводилося на прикладі побудови полінома Лагранжа п'ятого ступеня для функції $y = e^x$ на відрізку $[0, 2]$. Точність розрахунку знаходилась на рівні 10^{-4} .

Аналіз теоретичних досліджень зміни магнітних потоків в магнітоприводі показав, що магнітний потік збільшується, коли зубець рухомого магнітоприводу розташовується над зубцем нерухомого, і буде зменшуватися, коли зубець рухомого магнітоприводу буде розташовано над пазом нерухомого магнітоприводу. Величина магнітного потоку залежить від зазору і знижується зі збільшенням зміщення від V_{\max} до V_{\min} .

Таким чином, при обертанні рухомого магнітоприводу, жорстко зв'язаного з валом ВД, що обертається за рахунок енергії вітру, індукція в зазорі пульсує, не змінюючи знаку від V_{\max} до V_{\min} . Її можна представити у вигляді двох складових:

змінної з амплітудою $V_{\delta\sim} = 0,5 (V_{\max} - V_{\min})$

і постійної, рівній $V_{\delta=} = 0,5 (V_{\max} + V_{\min})$

Змінна складова магнітного поля індукує в магнітопроводах і вихрові струми частотою

$$f = Zn \quad (2)$$

де Z і n – відповідно, кількість зубців і частота обертання рухомого.

Вихрові струми за законом Джоуля-Ленца нагрівають магнітопривод, а ті нагріватимуть теплоакумулюючу рідину в резервуарі, яка може використовуватися для обігріву споруд, парників та теплиць. Постійна складова магнітного потоку ніяких струмів не індукує, тому ця частина магнітного потоку не приймає участі в перетворенні вітрової енергії в теплову.

Чим більша швидкість вітру і швидкість обертання вала ВД, тим більшою буде величина і частота індукованих вихрових струмів, що нагрівають МП, тим більше теплоти виділятиметься в них, а останні нагріватимуть теплоакumuлюючу рідину в резервуарі.

Висновки. Перетворення енергії вітру в магнітоприводі вітроенергетичної установки може здійснюватися шляхом виділення тепла за рахунок вихрових струмів за законом Джоуля–Ленца. У роботі розглянуто механізм роботи магнітоприводу і проведено випробування на фізичному макеті. Індукційний перетворювач являв собою індуктор у вигляді індукційної обмотки. Індукція в будь-якій точці повітряного зазору на ділянці зубцевого ділення визначалась котушкою балістичним методом. На основі експериментальних досліджень з використанням полінома Лагранжа розроблено математична та комп'ютерна модель залежності магнітного потоку від зазору і переміщення зубців якоря відносно зубців індуктора. Для проведення розрахунків складено програму на алгоритмічній мові Сі в операційній системі Ubuntu.

Література

1. Барабанов Г. Система управления автономной ветроэлектрической станцией [Текст] / Г. Барабанов, Р. Кулагин, К. Ковынев // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2005. – № 2. – С. 48–51.
2. Жарков В.Я. Обґрунтування технології перетворення кінетичної енергії вітру в інші корисні форми, конструктивного виконання малопотужних ВЕУ та заходів з екологічної безпеки / В.Я. Жарков, О.П. Груздєв, А.А. Катюха та ін. // Звіт про НДР, № держреєстрації: 0111U002543.- Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2013. - 65 С.
3. Жарков В.Я. Дослідження параметрів магнітної системи вітрового теплогенератора / В.Я. Жарков // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка / Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка. - Харків : ХНТУСГ, 2006. – Вып. 43 : Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України, Т. 2. - С. 223-227.

4. Єремєєв В.С. Теорія планування та обробки експерименту. Навчальний посібник/ В.С. Єремєєв, Г.М. Ракович. - Мелітополь: МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2012. – 92 с.

Анотація. У статті розглядаються питання енергоспоживання з використанням магнітоприводу для перетворення енергії вітру в тепло. На алгоритмічній мові Сі створена програма, яка дозволила побудувати комп'ютерну модель впливу форми зуба, його ширини і величини зазору на величину магнітного потоку в зазорі магнітопривода.

Ключові слова: вітрогенератор, вітроенергетика, програмний засіб, комп'ютерна модель, математична модель.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы энергопотребления с использованием магнітопривода для преобразования энергии ветра в тепло. На алгоритмическом языке Си создана программа, которая позволила построить компьютерную модель влияния формы зуба, его ширины и величины зазора на величину магнитного потока в зазоре магнітопривода.

Ключевые слова: ветрогенератор, ветроэнергетика, программное средство, компьютерная модель, математическая модель.

Summary. The article considers the issues of energy consumption using magnetodiode to convert wind energy into heat. On the algorithmic language Ci created a program that allowed us to build a computer model of the influence of the shape of the tooth, its width and the gap on the magnitude of the magnetic flux in the gap of magnetodiode.

Keywords: computer model, mathematical model, software tool, wind power, wind generator.